Aus dem Institut für Veterinäranatomie
(Laboratorium für vergleichende Vet.-Anat.)
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. F.PREUSS

Die Bronchen der Hühnerlunge

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
HEIDE QUITZOW
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1970
J. Nr. 689

Aus dem Institut für Veterinäranatomie
(Laboratorium für vergleichende Vet.-Anat.)
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. F.PREUSS

Die Bronchen der Hühnerlunge

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
HEIDE QUITZOW
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1970
J. Nr. 689

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. K.BRONSCH
Referent: Prof. Dr. F.PREUSS
Korreferent: Prof. Dr. G.MONREAL

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung: 11.2.1970

Tag der Promotion: 18.2.1970

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 1

II. Nomenklatur 1

III. Literatur 6

IV. Material und Technik 10

V. Befunde 11

A. Der Bronchus principalis 11

B. Die Mediobronchen 12

1. Der Mediobronchus primus 12
2. Der Mediobronchus secundus 14
3. Der Mediobronchus tertius 15
4. Der Mediobronchus quartus 16
5. Der Mediobronchus quintus 18

C. Die Dorsobronchen 19

1. Der Dorsobronchus primus 19
2. Die Dorsobronchi secundus bis ultimus 21

D. Die Laterobronchen 22

1. Der Laterobronchus primus 23
2. Die Laterobronchi secundus bis ultimus 23

E. Die Ventrobronchen 24

1. Die Ventrobronchi primus und secundus 24
2. Die Ventrobronchi tertius bis ultimus 24

F. Die Bronchi interfistularii 25

G. Ostia und Areae 27

VI. Diskussion 29

VII. Zusammenfassung 34

VIII. Abbildungen 35

IX. Literaturverzeichnis 39

I. Einleitung

Beim Säugetier tritt in jede äußerlich mehr oder weniger gelappte Lunge ein Stammbronchus ein, der sich in Lappenbronchen und Segmentalbronchen aufästelt, die sich ihrerseits in Atmungsbronchuli und blind endende Alveolargänge aufspalten. In den Alveolen findet der Gasaustausch statt. Die Vogellunge besitzt keine derart "symmetrische Hierarchie" der Luftwege und auch keine Alveolen. Vielmehr wird sie von einem Stammbronchus der ganzen Länge nach durchzogen, welcher Regionalbronchen entläßt. Der Stammbronchus und einige Regionalbronchen öffnen sich in extrapulmonale Luftsäcke.

Innerhalb der Lunge verkehren zwischen den Regionalbronchen und ihren Lungenästen die Pfeifenbronchen, die wiederum durch Zwischenpfeifenbronchen verbunden sind. In der Wand fast aller Bronchen liegen die Luftkapillaren, in denen der Gasaustausch vor sich geht.

Diese Unterschiede und die "dichte Packung" besonders der Pfeifenbronchen bedingen eine schwer zu erlangende Übersichtlichkeit über die Luftwege der Vogellunge, was sich besonders didaktisch bemerkbar macht. Es war daher angebracht, durch Nachuntersuchung 1. die zum Teil widersprüchlichen Angaben der Literatur einer weiteren Klärung zuzuführen, 2. die nomenklatorische Situation zu vereinfachen und 3. Abbildungen anzufertigen, die eine leichtere Übersicht ermöglichen.

II. Nomenklatur

Die von mir vorgeschlagene vereinfachte Nomenklatur, die zugleich ein Vorschlag für die Nomina Anatomica Avium darstellt, wird in dieser Arbeit durchgehend verwendet. Die Namen der Bronchen werden zwecks schneller Orientierung in einer Tabelle am Ende dieses Abschnittes den bisher gebräuchlichen Namen gegenübergestellt.

Es seien zunächst die Flächen, Ränder und Winkel der Lungenoberfläche in Anlehnung an die Nomina Anatomica Veterinaria benannt. An Flächen unterscheide ich zwischen einer den Rippen zugewendeten lateralen Facies costalis (Abb.3) und

einer gegenüberliegenden Facies medialis (Abb.1,2 u.4). Letztere gliedert sich in eine den Wirbeln zugekehrte Pars vertebralis (Abb.1 u.2;L), in welcher sich 4 (3) Foramina costalia (Abb.1 u.2;J') als dorsale Zugänge zu den durch die 3.-6. (3.-5.) Rippe verursachten und dorsal besonders tiefen Incisurae costales (s.u.) befinden, und eine den Eingeweiden zugekehrte Pars intestinalis (Abb.1 u.2;M). Zwischen Pars vertebralis und Pars intestinalis liegt der Margo vertebrointestinalis (Abb.1 u.2;A'). Die Facies costalis trifft sich mit der Facies medialis ventral im Margo costointestinalis (Abb.1,2 u.3;B) und dorsal im Margo vertebrocostalis (Abb.1, 2 u.3;A). Letzterer folgt, streng genommen, der Umrandung der Foramina costalia, doch ist es zweckmäßig, den Margo vertebrocostalis lateral dieser Löcher über die Incisurae costales (s.u.) hinwegspringen zu lassen. Der schärfere Margo cranialis (Abb.1,2 u.3;C) und der breitere Margo caudalis (Abb.1, 2 u.3;D) begrenzen die Lunge cranial bzw. caudal. Der Margo vertebrocostalis und der Margo vertebrointestinalis treffen sich craniodorsal mit dem Margo cranialis im Angulus craniodorsalis (Abb.1,2 u.3;E) und caudodorsal mit dem Margo caudalis im Angulus caudodorsalis (Abb.1,2 u.3;G). Der Margo costointestinalis trifft sich cranioventral mit dem Margo cranialis im Angulus cranioventralis (Abb.1,2 u.3;F) und caudoventral mit dem Margo caudalis im Angulus caudoventralis (Abb.1,2 u.3;H).

Im Hinblick auf die "Rippeneindrücke" der Facies costalis sei bemerkt, daß ich zwischen flachen, mehr oberflächlich gelegenen Impressiones (Eindrücken) und tiefen Incisurae (Einschnitten) unterscheide. Sowohl Incisuren als auch Impressionen entsprechen einander stets in ihrer Lage bei zusammengehörigen Lungenflügeln. Eine Regelmäßigkeit, die für die Hühnerlunge allgemein zutrifft, konnte dagegen nicht beobachtet werden. Jeder Lungenflügel besitzt stets nur eine Impression, die von der 2.Rippe stammt. Die Anzahl der Incisuren beträgt meistens vier (von der 3.-6.Rippe), während nur drei Incisuren selten vorkommen, die dann von der 3.-5. Rippe gebildet werden.

Vereinfachend kann man die Incisuren und Impressionen auch Sulci pulmonales (Lungenfurchen) (Abb.1,2 u.3;J) nennen, zwischen denen sich je ein Torus intercostalis (Abb.1, 2 u.3;K') befindet. Auch bei Lungen mit nur 4 Sulci, die durch die 2.-5.Rippe gebildet werden, gibt es wie bei Lungen mit 5 Sulci 4 Tori intercostales, da dann die 6.Rippe die Lunge caudal tangiert. Die die 2. und 6.Rippe cranial bzw. caudal überragenden Lungenabschnitte werden als Torus marginalis cran. und caud. (Abb.1,2 u.3;K,K'') bezeichnet, so daß es maximal 6 Tori pulmonales (Lungenwülste) gibt. Die Breite der Tori nimmt dabei vom 2. bis zum 5.Intercostalraum geringgradig ab. Die Sulci und Tori sind nur in den dorsalen zwei Dritteln der Facies costalis vorhanden und nehmen von dorsal nach ventral an Tiefe bzw. Höhe ab.

Bei der Benennung der Bronchen müssen mehrere Kategorien unterschieden werden. Zunächst seien die Bronchi regionales (Regionalbronchen) erwähnt, die in 4 Gruppen angeordnet sind und den Bronchus principalis (Stammbronchus) direkt verlassen. Ihre Benennung wurde nach verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommen. Maßgebend war dabei mit unterschiedlicher Genauigkeit entweder ihre Ursprungslage am Stammbronchus oder/und ihre Verlaufsrichtung. Auch das Kaliber spielte eine Rolle. Das ergab eine Reihe von sich zum Teil direkt widersprechenden Doppelrichtungsnamen (s.Tabelle), die keinesfalls zur Klarheit beigetragen haben. Der regionale Versorgungsbereich wurde dabei vernachlässigt oder höchstens indirekt dadurch mit erfaßt, daß Ursprungsstelle und Verlaufsrichtung auf die Endgebiete hinweisen. Die versorgten Regionen sollten aber vor allem im Namen zum Ausdruck kommen. Anfangs glaubte ich, hierzu eine entsprechende Doppelbezeichnung einführen zu sollen. Dabei sollte zum Beispiel Bronchi craniomediales bedeuten, daß es sich um eine Gruppe von Bronchen handelt, die cranial aus dem Stammbronchus entspringt und vornehmlich die Medialfläche der Lunge versorgt. Entsprechend sollten die caudal aus dem Stammbronchus entspringenden 3 Gruppen

Bronchi dorsolaterales, laterolaterales und ventrolaterales heißen. Die Durchführung ergab jedoch keine größere Klarheit, so daß ich schließlich zu den einfachsten Kurzbezeichnungen gelangte, die zum Teil ebenfalls schon gebräuchlich waren und die mit ausreichender Genauigkeit auch auf die versorgten Lungenregionen hinweisen. Danach gibt es (in der vorhin genannten Reihenfolge) Medio-, Dorso-, Latero- und Ventrobronchen, die sämtlich in craniocaudaler Reihenfolge gezählt werden. Diese Regionalbronchen können direkt in einen Luftsack oder nach Gabelung in zwei Lüftsäcke führen und werden in diesem Fall zusätzlich (!) als Luftsackbronchen (Bronchi pulmosacculares) bezeichnet, wobei man der Kürze halber zum Beispiel am Namen Bronchus cervicalis erkennt, daß es sich um einen Br.pulmosaccularis handelt, der in den Saccus pneumaticus cervicalis führt.

Alle größeren Regionalbronchen geben Rami pulmonales ab. Alle kleineren Regionalbronchen teilen sich wie die Rami pulmonales in Trunci und Bronchi fistularii (Pfeifenbronchen) auf.

Schließlich sind die Bronchi saccopulmonales s.Saccobronchi zu nennen, die von den Luftsäcken (Sacci pneumatici) in Pfeifenbronchen zurückführen. Die Übergangsstellen der Saccobronchen eines Luftsackes in die Lunge stellen eine Area saccopulmonalis dar, wobei der Kürze halber zum Beispiel von Area interclavicularis (statt von Area saccopulmonalis interclavicularis) gesprochen wird, weil die zusätzliche Kennzeichnung durch jenen Luftsack, dessen Saccobronchen in die Lunge eintreten, eindeutig ist. Diejenigen Öffnungen, durch welche die Luft über den Stammbronchus bzw. über Bronchi pulmosacculares in die Luftsäcke tritt, werden als Ostia (pulmosaccularia) mit nachfolgendem Namen des jeweiligen Luftsackes (zum Beispiel Ostium abdominale) bezeichnet.

Weitere Neubenennungen werden im Text erklärt.

Neue Namen	Alte Namen
1. Bronchus principalis (Stammbronchus)	Mesobronchium (FISCHER), Mesobronchus (JUILLET, LOCY/LARSELL), Primärbronchus (McLEOD/WAGERS, PAYNE/KING, AKESTER, KING), Hauptbronchus (DUNCKER)
2. Bronchi regionales	Bronchi secundarii (PAYNE/KING, AKESTER)
a. Mediobronchi	Bronchi ventrales (FISCHER), Entobronchi (JUILLET, LOCY/LARSELL), Ventrobronchi (McLEOD/WAGERS, DUNCKER), Bronchi ventromediales (PAYNE/KING), Bronchi craniodorsales (AKESTER), Bronchi craniomediales (KING)
b. Dorsobronchi	Bronchi dorsales (FISCHER), Ectobronchi (JUILLET, LOCY/LARSELL), Bronchi dorsomediales (McLEOD/WAGERS, PAYNE/KING), Bronchi caudodorsales (AKESTER, KING), Dorsobronchi (DUNCKER)
c. Laterobronchi	Bronchi dorsales bzw. Dorsobronchi (LOCY/LARSELL, McLEOD/WAGERS, PAYNE/KING), Bronchi caudolaterales (KING), Lungenpfeifen (ELLENBERGER/BAUM), Tertiärbronchi (AKESTER)
d. Ventrobronchi	Bronchi laterales bzw. Laterobronchi (LOCY/LARSELL, PAYNE/KING, DUNCKER), Bronchi dorsolaterales (McLEOD/WAGERS), Bronchi caudoventrales (AKESTER, KING)
3. Rami pulmonales	unbenannte Äste der Bronchi regionales (FISCHER, ELLENBERGER/BAUM)
4. Trunci fistularii	
5. Bronchi fistularii (Pfeifenbronchen)	Bronchi fistularii (FISCHER) Parabronchi (JUILLET, LOCY/LARSELL, DUNCKER), Bronchi tertiarii (AKESTER, KING)
6. Bronchi interfistularii	Verbindungen zwischen den Pfeifenbronchen (LOCY/LARSELL, AKESTER), transversale Anastomosen (KING)
7. Saccobronchi (Bronchi saccopulmonales)	Saccobronchen (ELLENBERGER/BAUM, DUNCKER), Bronchi recurrentes (JUILLET, LOCY/LARSELL, McLEOD/WAGERS, KING)

Bronchi pulmosacculares werden solche Regionalbronchen und Lungenäste zusätzlich genannt, die in einen Luftsack führen.

III. Literatur

Im Hinblick auf die Rippeneindrücke, die von v.BAER (1896) und FISCHER (1905) nur erwähnt werden, gibt es unterschiedliche Zahlenangaben. So kennen AKESTER (1960) und McLEOD/TROTTER/LUMB (1964) 4 Eindrücke, die durch die 4.-7.Rippe verursacht werden. Nach KING (1966) gibt es 5 Eindrücke seitens der 2.-6.Rippe.

Über den Stammbronchus wird einheitlich berichtet, daß er medioventral ungefähr in der Mitte der Lunge (v.BAER) oder etwas cranial davon am Anfang des zweiten Drittels (FISCHER) in die Lunge tritt. Kurz danach erweitert er sich nach FISCHER zum Vestibulum, was JUILLET (1912) und PAYNE/KING (1959) für das Huhn abstreiten. Die geringfügige Erweiterung, die AKESTER beschreibt (4 mm Durchmesser am Anfang, 4,5 mm im Zentrum und 1 mm am Ende), hält er nicht für das in der Literatur beschriebene Vestibulum. Der Stammbronchus durchzieht nach DUNCKER (1967) den Lungenflügel nahe dessen Lateralfläche und öffnet sich am laterocaudalen Lungenwinkel über das Ostium abdominale in den Saccus abdominalis. VON BAER, VICTOROW (1909) und FISCHER beschreiben eine Teilung des Stammbronchus am Anfang seines zweiten Drittels in den zum Ostium abdominale ziehenden Ast und einen weiteren, caudólateral und ventral absteigenden Ast, der in den hinteren thoracalen Luftsack führt.

Die Anzahl der Mediobronchen beträgt gewöhnlich 4; nur PAYNE (1960) fand deren 5 bei zwei von vierzig Hühnerlungen. Sie verteilen sich nach HAZELHOFF (1951) sämtlich über die Medialfläche. Ihre hintereinanderliegenden Ursprungsöffnungen in der Wand des Stammbronchus werden von McLEOD/WAGERS (1939) ventromedial, von McLEOD und TROTTER/LUMB ventrolateral, von MARSHALL (1895) dorsal und von KING dorsomedial lokalisiert. Ihr cranial offener spitzer Ursprungswinkel soll nach DUNCKER (1967) für die Atmung Bedeutung haben, ohne daß hierzu nähere Angaben gemacht werden.

Von der Meinung, daß der 1.Mediobronchus nach Abgabe von Lungenästen ungegabelt in den Saccus cervicalis führe (FISCHER, McLEOD/WAGERS, AKESTER), weichen v.BAER und LOCY/LARSELL (1916) ab. Sie behaupten, ein weiterer starker Ast öffne sich in den

Saccus interclavicularis. Der 2.Mediobronchus geht in keinen Luftsack über, sondern verzweigt sich in der Lunge (VICTOROW, LOCY/LARSELL, AKESTER). Nach v.BAER gibt er häufig Zweige an den Saccus cervicalis ab. Nach LOCY/LARSELL kann ausnahmsweise ein Ast in den Saccus interclavicularis führen. Nach FISCHER ist dies die Regel. Der 3.Mediobronchus führt nach FISCHER in keinen Luftsack, während er nach LOCY/LARSELL häufig einen Ast zum Saccus interclavicularis abgibt und nach VICTOROW und SALT/ZEUTHEN (1960) in den cranialen thoracalen Luftsack eintritt. Nach AKESTER teilt er sich bald nach seinem Ursprung, um mit einem Ast in den Saccus thoracalis cran. und mit dem zweiten Ast in den Saccus interclavicularis zu münden. Vom 4.Mediobronchus behaupten nur ELLENBERGER/BAUM (1932) und SALT/ZEUTHEN, daß er sich in den cranialen thoracalen Brustsack öffne. Von anderen Autoren (zum Beispiel FISCHER) wird jegliche Verbindung zwischen ihm und den Luftsäcken bestritten.

An Dorsobronchen kommen nach McLEOD/WAGERS 6, nach FISCHER 6-10, nach LOCY/LARSELL 6-12, nach v.BAER 7, nach PAYNE/KING (1960) 8 und nach DUNCKER (1968) 7-10 vor. Nach AKESTER sind sie am Ursprung ein wenig eingezogen, besitzen sonst aber einen gleichbleibenden Durchmesser. V.BAER, FISCHER und MARSHALL lokalisieren ihre Ursprungsstellen unterschiedlich, nämlich an der mediodorsalen oder dorsolateralen oder dorsalen Wand des Vestibulum. Nach PAYNE/KING (1960) liegen die Ursprungsstellen in der dorsalen Wand der caudalen zwei Drittel des Stammbronchus, und die Dorsobronchen verlassen den Stammbronchus in einem cranial offenen Winkel von 60°. DUNCKER (1967) spricht nur von einem cranial offenen spitzen Winkel, der bei den caudalen Bronchen stumpfer wird. Sie erreichen die dorsolaterale Lungenoberfläche, wo sie sich baumförmig aufteilen und als Pfeifenbronchen enden (ELLENBERGER/BAUM). Diese enden am Margo vertebrocostalis, wo sie in die entsprechenden Verzweigungen der Mediobronchen übergehen. Zu den Luftsäcken haben die Dorsobronchen keinerlei Verbindung (LOCY/LARSELL).

Die Laterobronchen werden nur von einigen Autoren als

Regionalbronchen beschrieben, weil sie aus dem Stammbronchus entspringen (LOCY/LARSELL, PAYNE/KING 1960). Andere Autoren (zum Beispiel JUILLET) bezeichnen sie als Pfeifenbronchen. Es gibt ihrer 20 (AKESTER), 25 (LOCY/LARSELL), 25-30 (PAYNE/KING 1960) oder 30 und mehr (McLEOD/WAGERS). Sie entspringen nach FISCHER caudal des Vestibulum in der Dorsalwand des Stammbronchus. Nach LOCY/LARSELL und McLEOD/WAGERS entspringen sie zwischen den Dorso- und Ventrobronchen. Erst KING vermittelt ein genaueres Bild, wonach sie unregelmäßig angeordnet aus dem konvexen Wandabschnitt des Stammbronchus im Bereich seiner caudalen zwei Drittel entspringen. Ihre Endzweige verbinden sich nach McLEOD/WAGERS mit dem System der Dorso- und Ventrobronchen. Nach AKESTER ziehen ihre Endäste zu den Areae abdominalis und thoracalis caud.

Die Ventrobronchen werden als solche entweder nicht erwähnt (ältere Autoren bis FISCHER) oder den übrigen Bronchen gleichgesetzt (jüngere Autoren ab LOCY/LARSELL). Ihre Anzahl wird mit 2-5 (DUNCKER 1968), 6-8 (PAYNE/KING 1960) und 7-8 (AKESTER) angegeben. Ihre Ursprungsöffnungen in der Wand des Stammbronchus liegen lateral (LOCY/LARSELL, McLEOD/WAGERS, DUNCKER 1967) oder caudoventral (KING, AKESTER). Einer der ersten Ventrobronchen (DUNCKER 1967) oder der zweite (AKESTER, KING) oder der dritte Ventrobronchus (LOCY/LARSELL) führt in den caudalen thoracalen Luftsack.

Die Pfeifenbronchen verlaufen nach FISCHER u.a. allgemein in dorsoventraler Richtung. In jüngeren Arbeiten wird die unterschiedliche Verlaufsrichtung betont, wobei KING zwischen zueinander parallel verlaufenden Pfeifenbronchen und sich vernetzenden Pfeifenbronchen (Anastomosennetz auf der Facies costalis) unterscheidet. Anastomosen zwischen den Pfeifenbronchen sind sehr zahlreich. Nach Untersuchungen von LOCY/LARSELL gabeln sich an embryonalen Hühnerlungen die aufeinander zu wachsenden Pfeifenbronchen des dorsalen und des medialen Bronchensystems kurz vor ihrem Zusammenschluß. Aus der anschließenden frontalen Verbindung der gegabelten Zweige resultiert eine deutliche Anastomosenlinie am Margo vertebrocostalis.

Nahe dem Margo vertebrointestinalis entsteht später eine zweite Anastomosenlinie, die benachbarte Pfeifenbronchen seitlich verbindet und damit anders entsteht als die erstgenannte. Eine von FISCHER beschriebene Anastomosenlinie, die ungefähr in der Mitte der Lungensubstanz in einer Ebene liegen soll, wird völlig unklar lokalisiert.

Über die Eingänge und Ausgänge der Luftsäcke gibt es verschiedene Auffassungen. Einheitlichkeit besteht im Hinblick auf die Eingänge über das Ostium abdominale und das Ostium cervicale, die eine Endöffnung des Stammbronchus bzw. des 1.Mediobronchus darstellen. Das Ostium thoracale caud. ist die Endöffnung eines der ersten Ventrobronchen (DUNCKER 1967) oder des zweiten (AKESTER) oder des dritten Ventrobronchus (LOCY/LARSELL). Das Ostium thoracale cran. wird mehr oder weniger einheitlich an einer Stelle lokalisiert, die sich extrapulmonal an einem Gabelast eines häutigen Schlauches befindet, der nahe der Wurzel des 3.Mediobronchus entspringt. Am anderen Gabelast befindet sich das Ostium interclaviculare, das von JUILLET, AKESTER und DUNCKER als einziger Zugang zum Saccus interclavicularis angesprochen wird. KING dagegen kennt neben diesem Ostium - das er Ostium interclaviculare med. nennt - einen zweiten Eingang in diesen Luftsack, den er Ostium interclaviculare lat. nennt und der eine Öffnung im 1.Mediobronchus darstellt. Diese zweite Öffnung in den Interclavicularsack wird als einzige Öffnung von FISCHER und WIEK (1963) beschrieben.

Die Ausgänge der Luftsäcke sind seit JUILLET bekannt, der sie als Orificia recurrentia den Orificia directa (obigen Ostia) gegenüberstellt. KING bezieht diese Orificia recurrentia in die Ostia mit ein, bei denen er jedoch zwischen direkten und indirekten Verbindungen unterscheidet. Da die direkten stets in Einzahl vorkommen, nenne ich nur diese Ostia (pulmosaccularia), während ich die Areale der stets in Mehrzahl aus einem Luftsack kommenden indirekten, rückläufigen Verbindungsöffnungen als Areae (saccopulmonales) zusammenfasse (s.Nomenklatur). Diese Differenzierung hier schon anwendend, ist es leichter, die Literatur zu ordnen. Im Hinblick auf das Vorkommen von Sacco-

bronchen und damit von Areae besteht Einheitlichkeit darüber, daß es keine Area cervicalis gibt und daß die Areae abdominalis und thoracalis caud. nahe dem gleichnamigen Ostium liegen. Einmütigkeit besteht auch über die Lage der Area thoracalis cran. mehr oder weniger entfernt vom gleichnamigen Ostium, wobei JUILLET und WIEK sie etwa mittwegs zwischen Lungenhilus und Margo costointestinalis lokalisieren, während KING sie an diesen Rand verlegt. Über die Area interclavicularis bestehen zwei Auffassungen. Die meisten Autoren kennen nur eine solche Area, die allein WIEK nahe dem Lungenhilus lokalisiert, während sie nach JUILLET, KING u.a. am Angulus cranioventralis liegt.

IV. Material und Technik

Es wurden Lungen von 10 Haushühnern untersucht. Hierbei handelte es sich um 1 drei Tage altes Küken, 3 einjährige Hähne, 2 zweijährige Hähne sowie 3 halbjährige Hennen und 1 einjährige Henne.

Der linke Lungenflügel des Kükens wurde in 4%igem Formalin fixiert, in Paraffin eingebettet und in eine 25µm dicke Schnittserie zerlegt. Die mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Schnitte wurden dreifach vergrößert fotografiert, und von den Negativen wurden zehnfach vergrößerte Fotogramme hergestellt. Nach ihnen wurde ein Technovitmodell gefertigt, wobei die Ausgußrekonstruktion der Lumina der Luftwege in der von WACHSMUTH (1967) beschriebenen Weise vorgenommen wurde.

Im einzelnen wurden 0,75 mm dicke, durchsichtige Wachsplatten auf die dreißigfachen Vergrößerungen gelegt und sämtliche Bronchenlumina mit einer Schnittfeder senkrecht aus der Wachsplatte ausgeschnitten. Hierzu wurde der histologische Schnitt ständig zum Vergleich herangezogen. Als Lumenbegrenzung der Pfeifenbronchen wurden die in das Lumen vorspringenden Muskelleisten gewählt, so daß die Atrien nicht angeschnitten wurden. Auf diese Weise konnte der Zwischenraum zwischen den benachbarten Bronchen möglichst groß gehalten werden, was der "Durchsichtigkeit" des Modells zugute kam. Jeweils 2 der erhaltenen Lochplatten wurden übereinandergepaßt, und die dadurch

entstandenen kurzen Lochkanäle wurden mit Technovit ausgegossen. Damit alle Einzelheiten des Modells dem Blick zugänglich blieben, wurde es in 4 Teilmodelle gegliedert, die den 4 Vierteln der Lunge (in craniocaudaler Reihenfolge) annähernd entsprechen. Dabei setzten sich die einander folgenden Viertel aus 138, 124, 104 und 97 Wachsplatten zusammen. Jedes Viertel ruhte auf einer Plexiglasplatte, und alle 4 Platten wurden auf einen Sockel montiert (Abb.4). Das fertige Modell ergab zwar einen getreuen Abguß der Lungenform, eignete sich aber nicht so gut wie gehofft dazu, die verschiedenen Bronchenklassen gegeneinander abzugrenzen. Das schränkte seinen beabsichtigten Unterrichtswert erheblich ein, wenngleich durch nachträgliche Farbmarkierungen die wichtigsten Luftwege besser kenntlich gemacht werden konnten. Dennoch war seine Erarbeitung hilfreich für die Bestimmung der einzelnen Luftwege und für die Orientierung über die Gesamtkonstruktion.

Bei allen übrigen Lungen wurden die Luftwege unmittelbar nach Tötung des Tieres mit Latex und Siliconkautschuk ausgegossen und in Salzsäure (10%) bzw. Kalilauge (10%) mazeriert. Diese Ausgüsse haben den Vorteil, biegsam zu sein, so daß man an ihnen den Verlauf tiefer gelegener Luftwege besser studieren kann als am Technovitmodell. Sie erfassen im Gegensatz zum Rekonstruktionsmodell auch die Atria, die grobsinnig an der rauhen Oberfläche der Ausgüsse kenntlich sind.

V. Befunde

A. Der Bronchus principalis (Abb.1 u.2;P) tritt auf der Grenze zwischen 1. und 2.Lungendrittel etwa in Höhe des 3.Intercostalraumes bzw. etwas cranial davon, in Höhe der 3.Rippe, in einem cranial offenen Winkel von ungefähr 45°, den er mit der Facies medialis bildet, in die Lunge und wendet sich danach laterocaudal. Er endet mit dem Ostium abdominale (Abb.1 u.2;g) hart ventral der Mitte des Caudalrandes der Lunge. Dieses Ostium öffnet sich in den Saccus abdominalis. Vom Abgang der ersten Regionalbronchen an verringert sich sein Durchmesser, der am Eintritt in die Lunge 4-5 mm beträgt, bis zum Ostium abdominale

ständig, so daß er hier schließlich nur noch das Kaliber eines Pfeifenbronchus (1 mm, AKESTER) besitzt und keine Erweiterung nach Art eines Vestibulum zeigt. In seinem Verlauf durch die Lunge beschreibt er einen lateral konvexen Bogen. In seinem ganzen Verlauf weist der Stammbronchus kein respiratorisches Epithel auf. Er ist mit respiratorischer Schleimhaut ausgekleidet.

B. Die 4 (selten 5) Mediobronchen entspringen aus dem Stammbronchus meist in einer leicht spiraligen Linie, welche von craniodorsal nach caudomedial verläuft. In der rechten Lunge beschreibt diese Linie demnach eine Rechtsschraube, in der linken eine Linksschraube. Selten ist diese Linie auch eine Gerade, die geringgradig medial des Dorsalrandes des Stammbronchus liegt. Von allen Regionalbronchen dieser Gruppe sind mehr oder weniger lange Strecken ihres ursprungsnahen Abschnittes sowie ihrer oberflächlichen Lungenäste nur auf der medialen Lungenfläche zu sehen. Ebenfalls allen gemeinsam ist, daß die Wand dieser am Ursprung abgeplatteten Regionalbronchen bis zur Abgabe ihrer ersten Lungenäste, - das sind höchstens 5 mm - , ringsum kein respiratorisches Epithel besitzt, sondern hier wie an ihrer gesamten Medialwand mit respiratorischer Schleimhaut bekleidet ist.

1. Der Mediobronchus primus (Abb.1,2 u.4;I) ist der cranialste dieser Gruppe. Er verläßt den Stammbronchus direkt an dessen Eintritt in die Lunge und verbreitert sich nach Abgabe einiger Rami pulmonales (Abb.1 u.2;5) zunehmend bis zu seiner Spaltung in 2 Bronchi pulmosacculares, die ihrerseits Trunci fistularii (Abb.1 u.2;6) abgeben. Die beiden Bronchi pulmosacculares besitzen das gleiche Kaliber wie ihr Mutterbronchus. Der eine ist der Bronchus cervicalis (Abb.1,2 u.4;1'), der nach ziemlich gestrecktem Verlauf den Cranialrand der Lunge erreicht und etwas dorsal von dessen Mitte mit dem Ostium cervicale (Abb.1 u.2;a) endet, das in den Saccus cervicalis führt. Der andere ist der Bronchus interclavicularis (Abb.1,2 u.4;1''), der der eine von 2 typisch halbkreisförmig verlaufenden größeren Luftwegen ist.

Der Bronchus interclavicularis wendet sich vom ebengenannten Luftsackbronchus in cranial konvexem Bogen cranioventral in Richtung auf den cranioventralen Lungenwinkel, wo sich das Ostium interclaviculare marginale (Abb.1 u.2;b) in seiner Wand befindet. Dieses Ostium ist eine von zwei Öffnungen in den Saccus interclavicularis. Der Bronchus interclavicularis endet sodann als einziger Mediobronchenast auf der Costalfläche der Lunge, und zwar unmittelbar caudal des Cranioventralwinkels am Margo costointestinalis. Die caudal aus dem Bronchus interclavicularis entspringenden Trunci fistularii stehen über ihre Pfeifenbronchen im Bereich der Area interclavicularis centralis (Abb.1 u.2;d') und der Area thoracalis cran. (s.u.) mit den Saccobronchi der zugehörigen Luftsäcke sowie mit dem nach ventral ziehenden Lungenast des 2.Mediobronchus (s.u.) in Verbindung. Nach cranial und cranioventral entläßt der Bronchus interclavicularis 3-4 Trunci fistularii, die Pfeifenbronchen abgeben und sich am Ende in Pfeifenbronchen aufspalten. Diese Pfeifenbronchen ziehen etwas über den ventralen Cranialrand hinaus auf die Costalfläche der Lunge, wo sie auf einem schmalen cranialen Streifen, der ventral etwas breiter wird, sichtbar bleiben (Abb.3;7''). Sie gehen in der Linea serpta (s.u.) in Pfeifenbronchen über, die ihnen auf der Costalfläche hauptsächlich von Dorsobronchen, aber auch von Laterobronchen entgegenkommen (s.u.). In der Tiefe der Lunge helfen Pfeifenbronchen des 2.Mediobronchus (s.u.), die mit allen ebengenannten in Verbindung stehen, den Raum füllen.

Der Bronchus cervicalis entläßt folgende 3 Trunci fistularii (Abb.1 u.2;6): einen der Mitte des cranialen Lungenrandes zustrebenden Ast und zwei craniodorsal verlaufende Äste, deren Pfeifenbronchen das Parenchym des craniodorsalen Lungenwinkels bilden und geringfügig auf die Costalfläche hinüberreichen (Abb.3;7''). Auf diese folgen caudal anschließend 1-2 dorsal ziehende Rami pulmonales, die vom Ursprungsabschnitt des 1.Mediobronchus abzweigen. Sie drei- oder vierteilen sich bei ihrem Dorsalverlauf über die Pars intestinalis der Facies medialis früher oder später in Pfeifenbronchen, die den Margo vertebro-

intestinalis und die Pars vertebralis der Facies medialis bis zum Margo costovertebralis überqueren. An diesem Rand gehen sie in die Pfeifenbronchen der Lungenäste der entsprechenden Dorsobronchen (s.u.) über, und Pfeifenbronchen gleicher Provenienz füllen den Raum des craniodorsalen Quadranten der Lunge zwischen den beiden Lungenflächen.

Zusammenfassend versorgt der 1.Mediobronchus die cranial des Lungenhilus gelegene mediale Lungenhälfte durch Lungenäste und deren Pfeifenbronchen, die aus seinem Ursprungsabschnitt und seinen beiden Bronchi pulmosacculares abzweigen. Seine Bronchi cervicalis und interclavicularis machen ihn zum Bronchus cervicointerclavicularis.

2. Der Mediobronchus secundus (Abb.2 u.4;II) besitzt wie alle Bronchen dieser Gruppe einen kurzen Ursprungsabschnitt, der äußerlich nicht sichtbar ist. Er liegt in der Tiefe zwischen dem Ursprung des 1. und 3.Mediobronchus und wird von einer kleinen Inselgruppe von oberflächlich gelegenen Pfeifenbronchen (Pfeifenbroncheninsel Abb.1;7') verdeckt, die zwischen der Area interclavicularis centralis und dem 1.-3.Mediobronchus verkehren. Er teilt sich bald nach seinem Ursprung in einen dorsal (bzw. dorsocaudal) und in einen ventral ziehenden Lungenast.

Der Dorsalast (Abb.1,2 u.4;2) kann ein schmaler, streng dorsal ziehender Einzelast sein (einmal beobachtet), der unmittelbar dorsal der Pfeifenbroncheninsel, von Lungenästen des 1. und 3.Mediobronchus flankiert, die Medialfläche der Lunge erreicht, auf den Vertebrointestinalrand zuläuft und sich etwa hier in 2 oberflächlich sichtbare (und einige in die Tiefe ziehende) Pfeifenbronchen teilt, die sich wie die benachbarten Pfeifenbronchen der genannten Nachbarbronchen verhalten. Sonst ist er ein sich stark verbreiternder Ast, der die Medialfläche an der gleichen (eben beschriebenen) Stelle dorsal der Pfeifenbroncheninsel erreicht und nach dorsal oder dorsocaudal zieht. Er entläßt nach dorsal 2-5 Trunci fistularii, die sich in 3-7 oberflächlich sichtbare (und in mehrere in die Tiefe ziehende) Pfeifenbronchen teilt. Diese

verhalten sich wie ihre Nachbarn. Zu bemerken ist, daß der Dorsalast im Regelfall breit ist und daß dann die größere Anzahl seiner Trunci fistularii auf Kosten der dorsalen Lungenäste des 1. und 3.Mediobronchus geht bzw. gehen kann, indem der caudalste dieser Äste des 1.Mediobronchus dann regelmäßig fehlt. Die zahlenmäßige Variation dieser Äste des 3.Mediobronchus dagegen muß hierdurch nicht bedingt sein, da diese Äste auch dünner sein können, weshalb sie dann weniger Raum beanspruchen. Auch entsprechende Äste des 4.Mediobronchus spielen hierbei eine Rolle (s.u.).

Der Ventralast (Abb.2;2') ist der andere der 2 typisch halbkreisförmig verlaufenden größeren Luftwege. Er wendet sich in der Tiefe des Lungengewebes mit cranialer Konvexität - die A.pulmonalis (Abb.1 u.2;N) lateral kreuzend - in Richtung auf den Margo costointestinalis nahe dem Cranioventralwinkel der Lunge. Unterwegs gibt er ständig Pfeifenbronchen ab, in die er sich auch endteilt und die überwiegend in solche des Bronchus interclavicularis, des Ramus ventrocaudalis des 4.Mediobronchus (s.u.) und des 1.Laterobronchus (s.u.) übergehen. An solchen Übergangsstellen von Pfeifenbronchen der genannten verschiedenen Provenienz, die sich der Medialfläche der Lunge nähern, öffnen sie sich in 3 verschiedene Areae: die Areae interclavicularis marginalis und centralis sowie die Area thoracalis cran. Die Area interclavicularis marginalis (Abb.1 u.2;b') liegt in einem cranial offenen Halbkreis um das Ostium interclaviculare marginale herum. Die Area interclavicularis centralis (Abb.1 u.2;d') liegt nahe dem Lungenhilus und verdeckt den Eintritt des Stammbronchus in die Lunge von medial her. Die Area thoracalis cran. (Abb.1 u.2;e') liegt etwas caudal versetzt zwischen den beiden Areae interclaviculares.

Zusammenfassend versorgt der 2.Mediobronchus einen sich an das Versorgungsgebiet des 1.Mediobronchus caudal anschließenden schmalen Streifen der medialen Lungenhälfte in Höhe der Pfeifenbroncheninsel.

3. Der Mediobronchus tertius (Abb.1,2 u.4;III) ist wie der erste auf der Facies medialis fast in seiner ganzen Länge sichtbar. Er ist entweder länger und verläuft, dem Dorsocaudalast des 4.Mediobronchus dorsoparallel anliegend, schräg caudal bis zum Angulus caudodorsalis, wenn jener Dorsocaudalast schwach ist

(s.dort), - oder er ist kürzer und erreicht den Margo vertebrointestinalis mehr oder weniger weit cranial dieses Lungenwinkels. Er verjüngt sich während seines Verlaufs in typischer Weise und gibt dabei auf der Medialfläche 6-9 Trunci und Bronchi fistularii ab, deren zahlenmäßige Variation durch benachbarte Pfeifenbronchen des 2. bzw. 4.Mediobronchus (s.dort) nicht beeinflußt zu werden braucht. Nur dann, wenn der Caudodorsalast des 4.Mediobronchus Pfeifenbronchen zum Angulus caudodorsalis schickt, ist diese Zahl verringert. Diese Pfeifenbronchen verhalten sich wie die entsprechenden des 1. und 2.Mediobronchus, indem sie über den Margo vertebrointestinalis zum Margo vertebrocostalis ziehen und dort in Pfeifenbronchen der Dorsobronchen übergehen. Pfeifenbronchen aus der Lateralwand des 3.Mediobronchus füllen den darunter liegenden Raum.

Kurz nach seinem Ursprung aus dem Stammbronchus besitzt der 3.Mediobronchus in seiner Medialwand eine Öffnung, die als Ostium thoracointerclaviculare (Abb.1 u.2;c) bezeichnet sei, weil sie zwei Luftsäcken vorgeschaltet ist. An dieses Ostium schließt sich ein ca. 2 mm langer häutiger Schlauch an, der eine respiratorische Schleimhaut trägt und deshalb als Bronchus zu bezeichnen ist. Seiner extrapulmonalen Lage wegen bezeichne ich ihn als Bronchus extrapulmonalis, der gleichzeitig ein Bronchus thoracointerclavicularis ist, da er sich alsbald gabelt und mit seinen beiden Gabelästen über das Ostium interclaviculare centrale in den Interclaviculärsack und das Ostium thoracale craniale in den gleichnamigen Thoracalsack führt.

Zusammenfassend versorgt der 3.Mediobronchus jenen Teil der medialen Lungenhälfte, der zwischen 2. und 4.Mediobronchus liegt. Dieser Teil schließt sich an die dorsale Hälfte des Inselstreifens des 2.Mediobronchus an und wird ventral durch den caudal des Lungenhilus gelegenen Abschnitt jener Diagonalen begrenzt, die den Angulus cranioventralis mit dem Angulus caudodorsalis verbindet. An sein Ostium thoracointerclaviculare schließt sich der einzige Bronchus extrapulmonalis an, der ein Bronchus thoracointerclavicularis ist.

4. Der Mediobronchus quartus (Abb.1; unter dem Ursprung von 4 und 4') entspringt unmittelbar caudal des vorhergehenden

Bronchus. Sein kurzer, vom Ursprung seiner beiden Lungenäste stets verdeckter Ursprungsabschnitt gabelt sich in einen caudodorsal (parallel zum 3.Mediobronchus) und in einen ventrocaudal ziehenden Ramus pulmonalis.

Auf jene eben genannte Diagonale verweisend, die am Angulus caudodorsalis endet, strebt der Ramus caudodorsalis (Abb.1 u.4;4) diesem Winkel entweder hart ventral dieser Diagonalen zu oder er bildet diese Diagonale. Bildet er diese Diagonale - und das ist der Regelfall -, dann ist er stärker ausgebildet und greift mit seinen distalen Pfeifenbronchen auch auf den Margo vertebrointestinalis über. In diesem Falle ist der 3.Mediobronchus kürzer. Liegt er bei schwacher Ausbildung ventral dieser Diagonalen, dann ist der 3.Mediobronchus länger, und dessen distale Pfeifenbronchen erreichen den Angulus caudodorsalis. In jedem Falle entläßt der Ramus caudodorsalis aus seinem Ventralrand meist 9 oberflächliche Trunci und Bronchi fistularii in caudaler bis caudoventraler Richtung, die nach Art von Fächerstrahlen den Medialflächenabschnitt der Linea serpta (s.u.) bzw. das Rete serptum med. (s.u.) erreichen, wo sie in Pfeifenbronchen der Dorsobronchen übergehen. Erheblich mehr Pfeifenbronchen, die er außerdem in die Tiefe sendet, füllen mit solchen einiger Dorso- und Ventrobronchen den entsprechenden Raum zwischen den beiden Lungenflächen. Zahlreiche marginale Pfeifenbronchen im Bereich dieser Übergangsstellen öffnen sich in der ventralen Hälfte des Margo caudalis über das Rete serptum med. (s.u.) in die Area abdominalis (Abb.1 u.2;g', Abb.3;g''), deren Öffnungen sämtlich ventral des Ostium abdominale (s.o.) liegen. Einige andere beteiligen sich über das Rete serptum med. (s.u.) an der Area thoracalis caud. (Abb.1 u.2;f', Abb.3;f''), die am Angulus caudoventralis liegt und deren Öffnungen das hier medial liegende Ostium thoracale caud. (Abb.1 u.2;f) lateral flankieren.

Der Ramus ventrocaudalis (Abb.1 u.4;4') erreicht den Margo costointestinalis etwa in dessen Mitte. Während seines Verlaufs entläßt er aus seiner Caudal- und Cranialwand Trunci

und Bronchi fistularii, deren caudale konvergierend über das Rete serptum med. (s.u.) den Angulus caudoventralis erreichen, während die cranialen die Höhe der zwei ventral des Lungenhilus gelegenen Areae (Abb.1 u.2;d',e') erreichen. Diese Pfeifenbronchen und solche, die aus seiner Lateralwand entspringen, füllen mit solchen vom 2.Mediobronchus, 1.Ventrobronchus und 1.Laterobronchus die Tiefe des Raumes aus. Nachgetragen sei, daß der 2.Ventrobronchus (Abb.1 u.2;VIII'') regelmäßig auf der Medialfläche nahe dem Angulus caudoventralis sichtbar wird, worauf außer bei Besprechung des 5.Mediobronchus besonders bei der des 2.Ventrobronchus näher eingegangen wird.

Zusammenfassend versorgt der 4.Mediobronchus fast jene gesamte ventrale Hälfte der medialen Lungenfläche, die durch die Diagonale zwischen Angulus caudodorsalis und cranioventralis gebildet wird. Nur caudal der Linea serpta und cranioventral, am winkelnahen Teil dieser Hälfte bis zur Höhe des Lungenhilus, bleibt die Medialfläche frei von seinen Pfeifenbronchen.

5. Der Mediobronchus quintus (Abb.1;V) kommt nur ausnahmsweise vor. Ich fand ihn nur bei einer Lunge, wo er beidseitig vorhanden war. Er kreuzt die Gabelung des 4.Mediobronchus lateral, tritt unmittelbar darauf an die Oberfläche der Facies medialis der Lunge und liegt in Richtung jener Diagonalen, die am Angulus caudoventralis endet. Als stärkerer Bronchus nimmt er nur etwa das zentrale Drittel dieser halben Diagonalen ein. Danach verzweigt er sich in Pfeifenbronchen, die mit vorher entlassenen divergierend zum Rete serptum med. (s.u.) ziehen und etwa das mittlere Drittel dieser halben Diagonalen einnehmen. Das angulare Drittel dieser halben Diagonalen wird dann vom medial sichtbaren Abschnitt des 2.Ventrobronchus eingenommen, der das Rete serptum med. durchsetzt (s.u.).

Zusammenfassend zwängt sich der 5.Mediobronchus in das Grenzgebiet zwischen den Pfeifenbronchen der beiden Äste des 4.Mediobronchus, die im Bereich der halben Diagonalen liegen, und beteiligt sich anteilsweise an den sonst von diesen versorgten Lungengebieten.

C. Die 8-10 Dorsobronchen entspringen geradlinig hintereinander aus der Dorsalwand des Stammbronchus. Ihre Ursprungslinie beginnt unweit caudal der Mediobronchen und endet am caudalen Ende des Stammbronchus. Die ersten fünf sind besonders stark ausgebildet, wobei ihre Stärke etwa der der Lungenäste des 1.Mediobronchus entspricht. Die caudal anschließenden besitzen nur noch den Durchmesser von Trunci fistularii. Keiner von ihnen führt direkt in einen Luftsack. Der erste entspringt leicht cranial geneigt und der zweite senkrecht aus dem Stammbronchus, während die caudal folgenden sich graduell bis zu einem Winkel von 60° caudal neigen. Bis einschließlich des 6.Dorsobronchus geben sie Trunci und Bronchi fistularii, caudal davon nur noch Bronchi fistularii ab. Nur die craniale Hälfte aller Dorsobronchen besitzt am Ursprung auf etwa 5 mm Länge kein respiratorisches Epithel.

1. Der Dorsobronchus primus (Abb.2 u.3;VI) erreicht die Costalfläche der Lunge etwa in der Mitte des 2.Sulcus oder 3.Torus pulmonalis. Diese Stelle sei Durchtrittstelle genannt. Bis hierhin fast gestreckt dorsocranial verlaufend, biegt er an dieser Stelle unter Beibehalten seiner Verlaufsrichtung in die Oberflächenebene um und entläßt vorwiegend nach cranial (craniodorsal, cranial und cranioventral) Trunci und Bronchi fistularii. Diese divergierenden Pfeifenbronchen bestreichen das Gebiet der cranialen $1\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$ Lungenwülste und der ventral anliegenden glatten Costalfläche. Dorsal und cranial enden diese Pfeifenbronchen an der Linea serpta (Abb.1,2 u.3;8).

Diese Linea serpta wird dadurch gebildet, daß die aufeinander zulaufenden Pfeifenbronchen verschiedener Provenienz sich gabeln. Die beiden Gabeläste eines Pfeifenbronchus stoßen jeweils auf einen Gabelast zweier gegenüberliegender Pfeifenbronchen. Zeichnet man sich eine Schlängellinie und läßt im Scheitel aller Konvexitäten eine Senkrechte auftreffen, dann entsprechen die Senkrechten den Pfeifenbronchen und die beiden anschließenden Viertelkreise ihren Gabelästen. Der längs dem Margo vertebrocostalis verlaufende Abschnitt der Linea serpta entspricht dabei der von LOCY/LARSELL ontogenetisch nachgewiesenen Nahtlinie, in der sich die Pfeifenbronchen der Dorsobronchen und der Mediobronchen treffen und verbinden. Der auf der

Medial- und Costalfläche verlaufende Abschnitt der Linea serpta, der bisher unbekannt war, dürfte gleicherweise zu erklären sein.

An der Bildung des Costalflächenabschnittes der Linea serpta (Abb.3;8) beteiligen sich Bronchi fistularii von 3 Regionalbronchen. Die von caudal auf die Linea zustrebenden gehören ganz überwiegend zum 1.Dorsobronchus; nur nahe dem Margo costointestinalis stoßen auch Pfeifenbronchen des 1.Lateroбronchus hinzu. Die von cranial kommenden gehören sämtlich dem 1.Mediobronchus an, die von der Medialfläche über den breiten Margo cran. unterschiedlich weit auf die Facies costalis treten. "Unterschiedlich" heißt dabei nicht regellos. Vielmehr beginnt der Costalflächenabschnitt der Linea serpta dorsal am Angulus craniodorsalis und endet ventral etwa in der Mitte des Margo costointestinalis am Rete serptum lat. (s.u.). Diese allgemein unbestimmte ventrale Endigung ist an jeder Einzellunge exakt auszumachen, da der Ventralast des 4.Mediobronchus stets auf die gleiche Stelle des Margo costointestinalis zustrebt.

Der Randabschnitt der Linea serpta setzt den Costalflächenabschnitt vom Angulus craniodorsalis längs dem Margo costovertebralis bis zum Angulus caudodorsalis fort. Sein bisher beschriebener Cranialabschnitt wird von Pfeifenbronchen des 1.Dorsobronchus und des 1.Mediobronchus gebildet. Der größere Caudalabschnitt dieses Randabschnittes wird von den Pfeifenbronchen der nachfolgenden Dorso- und Mediobronchen gebildet, ohne daß die laufenden Nummern dieser Bronchen einander genau gegenüberliegen. Das ist schon deswegen nicht möglich, weil es eine ungleiche Anzahl dieser beiden Regionalbronchen gibt. Nachzutragen ist, daß die Linea serpta wie der Margo costovertebralis (s.o.) streng genommen der Umrandung der Foramina costalia folgt.

Der Medialflächenabschnitt der Linea serpta schließlich setzt den Randabschnitt über den Angulus caudodorsalis hinaus auf die Medialfläche fort und endet am Rete serptum med. (s.u.).

Außer der Vielzahl von Pfeifenbronchen, die der 1.Dorsobronchus "vorwiegend nach cranial" (s.o.) schickt, entläßt er

nahe seinem Ursprung auch solche, die zur Oberfläche ziehen und dort im Rete serptum lat. aufgehen, welches im nächsten Absatz beschrieben wird.

2. Von den Dorsobronchi secundus bis ultimus (Abb.3;VI'-VI') erreichen Nr.2-4(6) selbst oder ihre Lungenäste bzw. ihre Pfeifenbronchen die Costalfläche der Lunge in einer Linie, die etwa parallel zum Costovertebralrand durch die Durchtrittsstelle von Nr.1 (s.o.) zu ziehen ist und diese Durchtrittsstelle als cranialsten Punkt besitzt. Dabei variiert die Durchtrittsstelle von Nr.2 erheblich, indem sie, vom variablen Verhalten der Nr.1 und 3 abhängig, von der caudalen Hälfte des 2.Torus pulmonalis und bis zur ersten Hälfte des 4.Torus pulmonalis liegen kann. Nr.3 hat eine geringere Variationsbreite, die vom 3.Sulcus bis zur Mitte des 4.Torus pulmonalis reicht. Nr.4 folgt bis zum Cranialabschnitt des 5.Torus. Nr.5 und 6 treten - wenn überhaupt - am Caudalabschnitt des 5.Torus hervor. Von den restlichen 2-4 Dorsobronchen treten caudal dieser letzten Durchtrittsstelle nur noch Trunci und Bronchi fistularii hervor. Diese Pfeifenbronchen ziehen wie die der ersten 4-6 Dorsobronchen vorwiegend nach dorsal, sich ab Nr.4 zunehmend leicht dorsocaudal neigend, und enden in der Linea serpta. Außerdem entlassen alle diese Dorsobronchen wie der 1.Dorsobronchus aus ihren Ursprungsabschnitten Pfeifenbronchen nach lateral, die ventral der genannten Durchtrittslinie die Facies costalis erreichen und dort im Rete serptum lat. aufgehen.

Das Rete serptum lat. (Abb.3;9') stellt eine breite Linea serpta dar und beginnt zwischen dem Caudalende jener Durchtrittslinie und dem Ostium abdominale am Margo caudalis. Es folgt in dieser Breite der Durchtrittslinie in cranialer Richtung bis höchstens zum 2.Sulcus pulmonalis, biegt dort nach caudoventral und zieht bis fast zur Mitte des Margo costointestinalis. Auf diese Weise bleibt ein unregelmäßiges Feld (Abb.3;7V) im Bereich des Angulus caudoventralis frei vom Rete serptum lat., auf das später zurückgekommen wird. An der Bildung dieses lateralen Schlängelmaschennetzes beteiligen sich Pfeifenbronchen sämtlicher Dorso- und Laterobronchen.

Das Rete serptum med. (Abb.2;9) ist im Vergleich zum Rete serptum lat. kleiner. An ihm beteiligen sich, wie teilweise erwähnt, Pfeifenbronchen von Medio-, Dorso- und Ventrobronchen und indirekt auch solche von Laterobronchen. Beide Retia gehen im winkelnahen Abschnitt (des Angulus caudoventralis) der Margines caudalis und costointestinalis ineinander über. Auf diese Weise bilden sie eine Einheit, die, als verbreiterte Linea serpta aufgefaßt, sich zwischen den Enden des Medial- und Costalflächenabschnittes der Linea serpta ausdehnt.

Zusammenfassend versorgen die Dorsobronchen etwa die dorsale Hälfte der lateralen Lungenfläche und einen kleinen Bereich der Medialfläche, wobei ihre Pfeifenbronchen an der gesamten Linea serpta enden, während sie im übrigen die ihnen anliegenden Randmaschen des Rete serptum lat. und med. bilden helfen.

D. Die 25-30 Laterobronchen haben mit Ausnahme der ersten 2 die Größe von Pfeifenbronchen. Sie alle seien dennoch aus 3 Gründen als Regionalbronchen aufgefaßt. Erstens entspringen sie wie die übrigen Regionalbronchen aus dem Stammbronchus und haben wie jene eine besondere Verlaufsrichtung. Zweitens sind sie (wie alle Dorso- und Ventrobronchen) am Ursprung cranial halbkreisförmig eingeschnürt. Drittens - und das erscheint mir ausschlaggebend - besitzen sie in Höhe dieser Einschnürung ringsum (!) eine respiratorische Schleimhaut, was sie wiederum mit den eben genannten Regionalbronchen gemeinsam haben, während die Mediobronchen 2-4(5) und der 2.Ventrobronchus sich diesbezüglich insofern anders verhalten, als bei ihnen größere Flächen mit respiratorischer Schleimhaut ausgekleidet sind. Mit Ausnahme des Stammbronchus, des 1.Mediobronchus und der Saccobronchen tragen alle übrigen Wandflächen aller Bronchenklassen (distal der genannten Einschnürung bzw. an den nicht mit respiratorischer Schleimhaut tapezierten Wandfläche) respiratorisches Epithel.

Die Ursprungsöffnungen dieser Bronchen in der Wand des Stammbronchus bilden ein völlig unregelmäßiges Muster, indem sie teils dorsolateral, teils ventrolateral und teils genau lateral liegen. Die Verlaufsrichtung aller Bronchen ist stets

etwas caudal geneigt, was in der eben genannten Reihenfolge ihres Ursprungs heißt, daß sie in dorsocaudaler, ventrocaudaler und laterocaudaler Richtung ziehen.

1. Der Laterobronchus primus (Abb.2;VII) gehört zu jenen Bronchen dieser Gruppe, die ventrocaudal ziehen. Er verläuft zunächst lateroparallel zum Ventralast des 4.Mediobronchus und insgesamt cranioparallel und etwas lateral versetzt zum 1.Ventrobronchus. Dabei gibt er nach allen Seiten Trunci und Bronchi fistularii ab, in die er sich auch endteilt. Die Pfeifenbronchen gehen in Pfeifenbronchen aller anderen benachbarten 3 Regionalbronchen über. Dadurch beteiligen sie sich auf der Costalfläche in Höhe des Ventralendes der Linea serpta an dieser Linie (cranial) und am Rete serptum lat. (caudal), während sie im Bereich der Areae interclavicularis centralis und thoracalis cran. indirekt die Medialfläche erreichen.

2. Die Laterobronchi secundus bis ultimus (Abb.2;VII'-VII') beteiligen sich mit ihren terminalen Aufzweigungen in Pfeifenbronchen ausschließlich an der Bildung des Rete serptum lat. und dem von diesem Netz ausgesparten Feld nahe dem Margo caudalis. Dabei verbinden sie sich einmal mit jenen Pfeifenbronchen der Dorsobronchen, an die das Netz grenzt, zum anderen mischen sich am Angulus caudoventralis Pfeifenbronchen von Ventrobronchen unter sie, mit denen sie sich gemeinsam an den Areae abdominalis und thoracalis caud. beteiligen.

Zusammenfassend versorgen die Laterobronchen vornehmlich das Rete serptum lat. Nur der erste hat Beziehungen zur Costal- und Medialfläche der Lunge. Auf der Costalfläche erscheinen seine Pfeifenbronchen im Winkel zwischen Ventralende der Linea serpta und dem Rete serptum lat. Zur Medialfläche hat er indirekte Beziehungen zu den hilusnahen Areae saccopulmonales.

E. Die 9-10 Ventrobronchen haben mit Ausnahme der ersten 3-4 die Größe von Pfeifenbronchen. Von den ersten 4 Ventrobronchen besitzt Nr.2 längs seiner gesamten Medialwand kein respiratorisches Epithel, während die Medialwand von Nr.1 und 3 nur im proximalen Drittel frei von respiratorischem Epithel ist. Nr.4 verhält sich diesbezüglich wie die restlichen Ventrobron-

chen, indem sie nur in Höhe ihrer Ursprungseinschnürung ohne dieses Epithel sind. Die Ursprungsöffnungen aller Ventrobronchen liegen rein ventral in der Wand des Stammbronchus, und alle Ventrobronchen haben caudoventrale Verlaufsrichtung.

1. Die Ventrobronchi primus und secundus (Abb.2;VIII, VIII'') können gemeinsam abgehandelt werden, da beide zum Angulus caudoventralis ziehen. Dabei endet der Ventrobronchus secundus am Ostium thoracale caud., weshalb er auch Bronchus thoracalis caud. genannt werden kann. Er erreicht mehr oder weniger weit vor diesem Ostium die Facies med. der Lunge und ist deshalb der einzige stets von medial sichtbare Ventrobronchus. Der erste Ventrobronchus entläßt wie Nr.2 und 3 Trunci und Bronchi fistularii. Soweit diese Pfeifenbronchen die Medialfläche der Lunge erreichen, bilden sie mit denen aller übrigen Ventrobronchen das Rete serptum med. Soweit sie nahe dem Angulus caudoventralis die Costalfläche der Lunge erreichen, beteiligen sie sich aus der Tiefe heraus einesteils am Rete serptum lat., während sie sich andernteils an jenem vom Rete serptum lat. ausgesparten Feld (Abb.3;7^{I}) beteiligen, dessen Pfeifenbronchen mehr oder weniger parallel angeordnet sind und den Margo caudalis im Bereich der Area abdominalis erreichen. Soweit sie den Angulus caudoventralis erreichen, empfangen sie die Saccobronchen des Saccus thoracalis caud. in der gleichnamigen Area. Schließlich verbinden sich die Pfeifenbronchen nur des 1.Ventrobronchus mit solchen des 1.Laterobronchus und des Ventralastes des 4.Mediobronchus.

2. Die Ventrobronchi tertius bis ultimus (Abb.2;VIII'-VIII') ziehen zum Margo caudalis ventral des Ostium abdominale und sind über ihre Pfeifenbronchen außer am Rete serptum med. an der Area abdominalis beteiligt. Nur Nr.3 stellt einen "Grenzbronchus" dar, indem seine Pfeifenbronchen sowohl zur Area abdominalis als auch zur Area thoracalis caud. Beziehung haben. Alle sind sie auch wie Nr.1 und 2 nahe dem Angulus caudoventralis am Rete serptum lat. beteiligt.

Zusammenfassend versorgen die Ventrobronchen vornehmlich das Rete serptum med. Anteilig helfen sie auch den Caudalteil

des Rete serptum lat. bilden. Endgebiet ihrer Pfeifenbronchen sind die Areae saccopulmonales am Margo caudalis und am Angulus caudoventralis.

F. Als Bronchi interfistularii (Abb.1,2 u.3;10,10') werden solche Bronchen bezeichnet, die benachbarte Trunci oder Bronchi fistularii verbinden und meistens erheblich dünner als diese sind, gelegentlich jedoch auch das Kaliber von Pfeifenbronchen erreichen können. Sie sind dort besonders gut auszumachen, wo Pfeifenbronchen längere Strecken parallel zueinander verlaufen. Dabei verbinden sie die benachbarten Pfeifenbronchen entweder auf längerem Wege als schräg verlaufende Interfistularbronchen, oder sie entspringen und enden rechtwinkelig und sind dann querverlaufende, kurze Interfistularbronchen. Trotz weitgehender Unregelmäßigkeit ihres Vorkommens und Verhaltens lassen sich doch 2 regelmäßige Verhaltensweisen feststellen.

Die erste Regel betrifft die schräg verlaufenden Bronchi interfistularii, die vornehmlich zwischen schräg verlaufenden Pfeifenbronchen derart verkehren, daß sie stets stärker geneigt als diese sind. Damit liegen sie in Richtung des Luftstromes, und die Bedeutung dieses Verhaltens kann nur darin liegen, daß sie vornehmlich als Verteilerbronchen dienen.

Die zweite Regel betrifft die querverlaufenden Bronchi interfistularii, die zwei mehr oder weniger deutliche Lineae interfistulariae bilden.

Die Linea interfistularia med. (Abb.1,2 u.3;10) verbindet wahrscheinlich Trunci und Bronchi fistularii aller Mediobronchen miteinander und ist etwa so lang wie die Linea serpta. Deutlich ist sie gewöhnlich auf der Pars intestinalis der Facies medialis, wo sie ventroparallel zum Margo vertebrointestinalis liegt. Über den Angulus craniodorsalis tritt sie auf die Lateralfläche der Lunge und folgt cranioparallel der Linea serpta bis fast zum Costointestinalrand der Lunge. Das gleiche gilt für jenen Abschnitt dieser Linea interfistularia med., der sich vom Angulus caudodorsalis auf der Medialfläche in ventraler Richtung wendet. Je näher man an den Costointestinalrand herankommt, um so undeutlicher werden Interfistularbronchen, die als

Teil der Linea interfistularia med. angesprochen werden können.

Die Linea interfistularia lat. (Abb.1 u.3;10') ist als Ganze übersichtlicher zu beschreiben, obwohl sie in natura undeutlicher als die erstbeschriebene ist. Sie beginnt auf der Facies med. nahe dem Rete serptum med. undeutlich, folgt in gleichbleibendem Abstand zur Linea serpta dieser Linie auf die Costalfläche, wo sie ventroparallel zum Margo costovertebralis - im dorsalen Drittel zwischen diesem und der Durchtrittslinie der Laterobronchen (s.o.) - bis fast zum Costalflächenabschnitt der Linea serpta in cranialer Richtung verläuft und dann dieser Linie caudoparallel bis zum Rete serptum lat. nahe dem Margo costointestinalis folgt.

Aus dieser Beschreibung beider Lineae interfistulariae wird deutlich, daß sie in Abhängigkeit von der Linea serpta stehen; denn so, wie beim Aufeinandertreffen von Pfeifenbronchen verschiedener Regionalbronchen die Linea serpta bzw. ein Rete serptum entsteht, so werden die Pfeifenbronchen vor ihrem Zusammentreffen durch eine Linea interfistularia gewissermaßen aneinandergebunden. Da die Linea interfistularia med., - die bisher unter anderem Namen und in geringerer Länge bekannt war und, was hier nachgetragen sei, nach LOCY/LARSELL später als die Linea serpta entsteht -, nicht selten stellenweise verdoppelt oder verdreifacht ist, dürfen die sie bildenden Bronchi interfistularii funktionell nur als Luftdruckausgleichsbronchen aufzufassen sein. Verteilerbronchen, wie die schrägen Interfistularbronchen, sind sie dagegen nicht bzw. weniger (s.a. Diskussion).

Zu diesen nur oberflächlich sichtbaren Lineae interfistulariae kommt hinzu, daß sich tiefenparallel zu ihnen mehr oder weniger deutlich ein ähnliches Verhalten der Bronchi interfistularii zwischen tiefgelegenen Pfeifenbronchen findet. Selbst die kurzen Pfeifenbronchen der Laterobronchen, die hauptsächlich das Rete serptum lat. bilden, werden gelegentlich kurz vor ihrer Endgabelung durch Interfistularbronchen verbunden.

G. Ostia und Areae

Die bisher verstreut im Text erwähnten Ostia pulmosaccularia und Areae saccopulmonales, die sämtlich nach jenen Luftsäcken benannt werden, zu denen sie gehören, sollen anschließend unter gemeinsamem Gesichtspunkt betrachtet werden. Dazu sei mit der Feststellung begonnen, daß es insgesamt 7 Ostia und 5 Areae gibt, daß die Areae meist in der Nachbarschaft der Ostia liegen, daß es aber auch Ostia ohne benachbarte Areae und Areae ohne benachbarte Ostia gibt.

Die 7 Ostia, die sich in der Seitenwand oder am Ende von Bronchen befinden, sind:

1. das Ostium abdominale (Abb.1 u.2;g) als Endöffnung des Stammbronchus, der damit auch als Bronchus abdominalis bezeichnet werden kann.

2. das Ostium thoracale caud. (Abb.1 u.2;f) als Endöffnung des 2.Ventrobronchus, der folglich auch Bronchus thoracalis caud. heißt.

3. das Ostium interclaviculare marginale (Abb.1 u.2;b) als Seitenwandöffnung und

4. das Ostium cervicale (Abb.1 u.2;a) als Endöffnung je eines Astes des 1.Mediobronchus, der demnach ein Bronchus cervicointerclavicularis ist.

5. das Ostium thoracointerclaviculare (Abb.1 u.2;c), das eine Seitenwandöffnung in der Medialwand des 3.Mediobronchus unweit von dessen Ursprung ist. An diesem Ostium beginnt der einzige, kurze Bronchus extrapulmonalis, der

6. das Ostium thoracale cran. (Abb.1 u.2;e) und

7. das Ostium interclaviculare centrale (Abb.1 u.2;d) besitzt und demnach ein Bronchus thoracointerclavicularis ist.

Die 5 Areae sind:

1. die Area abdominalis (Abb.1 u.2;g', Abb.3;g''), die ventral des gleichnamigen Ostium liegt und das Mündungsareal von 8-10 Saccobronchen ist. Diese gehen in die gleiche Anzahl von Bronchi fistularii über, die zur Gruppe der Ventro- und Laterobronchen gehören. Zur Definition eines Saccobronchus sei angeführt, daß er jenen Abschnitt zwischen Luftsack und

Lunge darstellt, der unabhängig von seiner Reichweite ins Lungengewebe hinein eine einzelne, röhrenförmige Verengung des Luftsackes darstellt. Er besitzt das Kaliber von Pfeifenbronchen und ist mit Atmungsschleimhaut ausgekleidet. Nur derartig definiert sind die Saccobronchen zählbar, was nicht der Fall wäre, wenn man die ihnen luftsackseitig oft vorgeschalteten Verengerungen des Luftsackes bereits Saccobronchus nennen würde.

2. die Area thoracalis caud. (Abb.1 u.2;f', Abb.3;f''), die lateral des gleichnamigen Ostium liegt und das Mündungsareal von 4-5 Saccobronchi ist. Diese gehen in die gleiche Anzahl von Pfeifenbronchen über, die vorwiegend zu den Ventrobronchen 1-3 gehören, über diese aber auch Verbindung zum 2. und 4.Mediobronchus sowie zum 1.Laterobronchus haben.

3. die Area interclavicularis marginalis (Abb.1 u.2;b'), die caudal des gleichnamigen Ostium liegt und das Mündungsareal von 2 Saccobronchi ist. Diese gehen in 2 Pfeifenbronchen über, die zum 2.Mediobronchus gehören.

4. die Area interclavicularis centralis (Abb.1 u.2;d'), die dem Stammbronchus ventral, ventrolateral und ventromedial anliegt und das Mündungsareal von 10-12 Saccobronchi ist. Diese gehen in gleichviele Pfeifenbronchen über, die zum 1., 2. und 4.Mediobronchus und über die Pfeifenbroncheninsel auch zum 3.Mediobronchus gehören.

5. die Area thoracalis cran. (Abb.1 u.2;e'), die caudoventral der letztgenannten Area liegt und das Mündungsareal von 7-9 Saccobronchi ist. Diese gehen in gleichviele Pfeifenbronchen des 1., 2. und 4.Mediobronchus über.

Aus dieser Zusammenstellung geht in Übereinstimmung mit der Literatur hervor, daß die Dorsobronchen weder in einen Luftsack führen noch über einen solchen direkt belüftet werden. Weiter gilt, daß der Saccus cervicalis nur eine zuführende Öffnung, nicht aber abführende Öffnungen besitzt. Für die übrigen Luftsäcke sind drei Verhaltensweisen typisch:

a. sie besitzen ein Ostium mit nahe beieinanderliegender Area (Saccus abdominalis und Saccus thoracalis caud.).

b. sie besitzen ein Ostium, dem eine etwas entfernt dazu liegende Area entspricht (Saccus thoracalis cran.).
c. sie besitzen 2 Ostia und 2 Areae, deren marginale (Ostium und zugehörige Area) nahe beieinander liegen, während die zentralen (Ostium und zugehörige Area) durch Lungenvene und Stammbronchus voneinander getrennt sind (Saccus interclavicularis).

Auf das abweichend von der Literatur neu eingeführte Ostium thoracointerclaviculare sei deshalb nochmals hingewiesen, weil sein Name impliziert, daß es in 2 Luftsäcke führt.

VI. Diskussion

Die Anzahl der sog. Rippeneindrücke wird selten und uneinheitlich angegeben. Ich unterscheide zwischen einer Impressio costalis seitens der 2.Rippe und Incisurae costales seitens der 3.-5.(6.) Rippe. Ihr übergeordneter Name ist Sulcus costalis. Danach kommen in Übereinstimmung mit KING mindestens 4 Sulci von der 2.-5.Rippe, meistens jedoch 5 Sulci von der 2.-6.Rippe vor. In keinem Fall war die 7.Rippe beteiligt, wie AKESTER angibt. Die Sulci befanden sich an den von mir untersuchten Lungen verschiedener Individuen nie an genau den gleichen Stellen in Beziehung zu den Regionalbronchen, so daß sich eine regelmäßige Zugehörigkeit einzelner Regionalbronchen zu bestimmten, durch diese Rippenfurchen begrenzten Abschnitten nicht nachweisen läßt.

Nach Vereinfachung der Benennung der Bronchen, die in der Tabelle S.5 aufgeführt ist, sei zunächst über den Stammbronchus ausgeführt, daß er in Übereinstimmung mit neueren Publikationen kein Vestibulum besitzt. Entgegen DUNCKER erreicht er nicht die Facies costalis. Auch gabelt er sich nicht in 2 Äste, deren fortlaufender Ast am Ostium abdominale und deren ventral abzweigender Ast am Ostium thoracale caud. endet, wie v.BAER, FISCHER und VICTOROW angeben. Der Ventralast gehört vielmehr zur Gruppe der Ventrobronchen, deren Nr.2 er ist. Der somit nur am Ostium abdominale endende Stammbronchus

ist daher auch als Bronchus abdominalis zu kennzeichnen.

Die vier Gruppen von Bronchen, die aus dem Stammbronchus entspringen, werden Regionalbronchen genannt und heißen im einzelnen Medio-, Dorso-, Latero- und Ventrobronchen. Sie können ungeteilt bleiben oder sich einmal (in Lungenäste oder Lungenluftsackbronchen) gabeln, und sie selbst oder ihre Gabeläste geben je nach ihrem Kaliber 3 Arten von Luftwegen proximodistal nacheinander oder seitlich nebeneinander ab, die als Rami pulmonales, Trunci fistularii und Bronchi fistularii bezeichnet werden.

Der 1.Mediobronchus gabelt sich in 2 Bronchi pulmosaccularis, die ihn zum Bronchus cervicointerclavicularis machen. Diese Auffassung ergänzt die von KING insofern, als KING nicht ausdrücklich darauf hinweist, daß es eine Gabelung des 1.Mediobronchus gibt, die jedoch offensichtlich ist und von KING in Fig.2 auch angedeutet wird. Im Hinblick auf den 2.Mediobronchus stimme ich mit der Literatur überein, fand jedoch ergänzend, daß sein Ursprungsabschnitt konstant von einem charakteristischen Netz von Pfeifenbronchen medial verdeckt wird, das ich Pfeifenbroncheninsel nenne. Beim 3.Mediobronchus wurde bisher die Öffnung in die Sacci interclavicularis und thoracalis cran. nicht in seine Wand verlegt. Diese Öffnung, das Ostium thoracointerclaviculare, stellt jedoch in gleicher Weise wie bei den anderen entsprechenden Ostia eine Öffnung in der Wand eines Regionalbronchus dar. Als Besonderheit kommt hier jedoch hinzu, daß an diesem Ostium ein Bronchus extrapulmonalis entspringt, der sich alsbald gabelt und über die Ostia interclaviculare centrale und thoracale cran. in die gleichnamigen Luftsäcke führt. Beim 4.Mediobronchus bestehen keinerlei Abweichungen zu bisherigen Angaben. Ein 5.Mediobronchus kommt gelegentlich vor, was allein PAYNE angibt, den ich somit bestätigen kann.

Bezüglich der Dorsobronchen stimmen meine Befunde weitgehend mit den bisherigen Angaben überein. Ihren Ursprung in der Wand des Stammbronchus fand ich stets rein dorsal, während andere Autoren ihn mediodorsal (v.BAER) bzw. dorsolateral (FISCHER) fanden. Die Variabilität ihrer Anzahl konnte ich

mit 8-10 bestätigen, die nach der Literatur zwischen 7 und 12 schwankt. Meine genaue Beschreibung der von ihnen versorgten Lungenabschnitte ergänzt bisherige Angaben.

Die Laterobronchen wurden bisher als solche nicht erwähnt (AKESTER, DUNCKER) oder als Dorsobronchi (LOCY/LARSELL) bzw. dorsolaterale Sekundärbronchen (PAYNE/KING) bzw. als Lungenpfeifen (JUILLET, ELLENBERGER/BAUM) angesprochen. Nach von mir angegebenen Kriterien (s.S.22) gehören sie jedoch zu den Regionalbronchen.

Die Ventrobronchen entspringen rein ventral aus der Wand des Stammbronchus und nicht lateral, wie LOCY/LARSELL und McLEOD/WAGERS angeben. Von ihnen ist stets der zweite ein Bronchus thoracalis caud., was mit KING übereinstimmt. Es widerspricht jedoch LOCY/LARSELL, wonach Nr.3 in den Saccus thoracalis caud. führt, und präzisiert DUNCKER, wonach einer der ersten Ventrobronchen zu diesem Luftsack zieht.

Die Klasse jener Bronchen, die zwischen Regionalbronchen und Pfeifenbronchen geschaltet ist, wurde bisher nomenklatorisch nicht berücksichtigt. Die ursprüngliche Bezeichnung des Stammbronchus als Primärbronchus legte nahe, über Sekundär-, Tertiär- und Quartärbronchen bis zu Quintärbronchen zu gelangen. Dieser Zählweise versuchte ich anfangs zu folgen, was neben der Umbenennung der Pfeifenbronchen, die bisher zum Teil als Tertiärbronchen geführt wurden, eine ähnliche Unübersichtlichkeit ergab, wie sie bei der Bezeichnung der Regionalbronchen durch Richtungsdoppelnamen gegeben war. Daher wählte ich die Eigennamen Ramus pulmonalis und Truncus fistularius, die die vorhandenen Zwischenklassen eindeutig kennzeichnen.

Von den Pfeifenbronchen ist seit längerem bekannt, daß ihr Verlauf nicht so summarisch der dorsoventralen Richtung entspricht, die FISCHER angibt, dessen diesbezügliche unzureichende Abbildungen vielfach übernommen wurden. Daß die Pfeifenbronchen der verschiedenen Regionalbronchen ontogenetisch aufeinander zu wachsen und danach miteinander anastomosieren, wurde durch die Untersuchung von LOCY/LARSELL bewiesen. Als Zeichen dieses Entwicklungsvorganges beschrieben dieselben Autoren eine Linea anastomotica, die sie und nachfolgende Untersucher jedoch nur am Margo vertebrocostalis lokalisierten.

Ich benannte diese Linie, die als Linea anastomotica nur eine gedachte Verbindungslinie von Puncta anastomotica darstellt, in Linea serpta um, die als solche linear zu verfolgen ist und über den Margo vertebrointestinalis hinaus auf der Costalfläche bis zum Rete serptum lat. nahe der Mitte des Margo costointestinalis und auf der Medialfläche bis zum Rete serptum med. in Höhe der Mitte des Margo caudalis reicht. Sie entsteht dadurch, daß die anastomosierenden Pfeifenbronchen sich vor Anastomosierung gabeln und mit ihren Gabelästen jeweils um einen Gabelast des gegenüberliegenden Pfeifenbronchus versetzt frontal anastomosieren. Dadurch anastomosiert jeweils 1 Pfeifenbronchus mit 2 gegenüberliegenden Pfeifenbronchen. Die Retia serpta sind als verbreiterte Linea serpta aufzufassen, die dadurch entstehen, daß die aus der Tiefe der Lunge kommenden Pfeifenbronchen vornehmlich der Latero- und Ventrobronchen, aber auch der Medio- und Dorsobronchen miteinander anastomosieren. Schon KING hatte von einem Anastomosennetz auf der Facies costalis gesprochen. Es entspricht meinem Rete serptum lat., dem das kleinere Rete serptum med. auf der Facies med. gegenüberliegt.

Bei den Interfistularbronchen, die bisher als seitliche Anastomosen zwischen benachbarten Pfeifenbronchen bekannt waren, unterscheide ich lange (schräge) und kurze (transversale), wobei die langen als Verteilerzwischenpfeifenbronchen und die kurzen als Ausgleichszwischenpfeifenbronchen aufgefaßt werden. Beide Sorten kommen unregelmäßig über die Lunge verteilt vor, wobei die kurzen außerdem zweimal zu einer mehr oder weniger deutlichen Linie angeordnet sind. Diese beiden Linien sind die Lineae interfistulariae med. und lat., von denen die mediale bisher indirekt als Linea anastomotica transversalis bezeichnet wurde und nur im Bereich ventroparallel zum Margo vertebrointestinalis bekannt war. Die laterale Linie wurde bisher nicht beschrieben. Beide Linien sind jedoch fast ebenso lang wie die Linea serpta. Die Linea interfistularia med. verlängert sich über die bisher bekannte Lage zum Margo vertebrointestinalis hinaus sowohl auf die Costal- als auch auf die Medialfläche. Auf die Costalfläche tritt sie über den Margo caudalis wenig ventral des Angulus craniodorsalis und endet, cranioparallel zur Linea serpta verlaufend, cranial der Mitte des Margo costointestinalis. Auf der

Medialfläche biegt sie vor Erreichen des Angulus caudodorsalis nach ventral um und endet am Rete serptum med. Die Linea interfistularia lat. beginnt auf der Costalfläche in der Mitte des Margo costointestinalis und folgt der Linea serpta zunächst caudoparallel und dann ventroparallel bis zum Margo caudalis. Sie tritt dann über diesen Rand wenig ventral des Angulus caudodorsalis auf die Medialfläche, wo sie caudal der Linea serpta am Rete serptum med. endet. Beide Lineae interfistulariae sind lagemäßig dadurch gekennzeichnet, daß sie die Linea serpta zwischen sich nehmen. Da sie nach LOCY/LARSELL zeitlich nach Entstehung der Linea serpta gebildet werden und eine lineare Anordnung von Ausgleichszwischenpfeifenbronchen darstellen, dürfte ihre Entstehung funktionell dahingehend gedeutet werden, daß sie die Turbulenzen der Luftströmung, die vor und in der Linea serpta entstehen, auszugleichen trachten.

Die Ostia pulmosaccularia werden nach demjenigen Luftsack bezeichnet, in den sie führen. Einheitlichkeit besteht bezüglich der Ostia abdominale und cervicale. Das Ostium thoracale caud. ist mit AKESTER und KING die Endöffnung des 2.Ventrobronchus, während LOCY/LARSELL es dem 3.Ventrobronchus und DUNCKER einem der ersten Ventrobronchen zuordnen.

Bei den beiden Ostia interclavicularia ist zum Teil nur das marginale (FISCHER, WIEK) und zum Teil nur das zentrale (JUILLET) bekannt, während die übrigen Autoren beide kennen. Beim Ostium interclaviculare centrale weiche ich dabei ebenso wie beim Ostium thoracale cran. von allen Autoren ab, die kein Ostium thoracointerclaviculare kennen, das in der Wand des 3.Mediobronchus liegt. Erst der sich an dieses Ostium anschließende Bronchus extrapulmonalis aber führt über die bisher bekannten Ostia thoracale cran. und interclaviculare centrale in die beiden Luftsäcke.

Als Areae saccopulmonales bezeichne ich jene umschriebenen Stellen, an denen die Luft der Luftsäcke wieder in die Lunge zurücktritt. Diese Stellen liegen gewöhnlich in der Höhe jener Ostia, durch die die Luft aus der Lunge in die Luftsäcke eintritt. Folglich werden die Areae wie die Ostia nach ihren

Luftsäcken benannt. Da der Saccus cervicalis seine Luft durch keine besonderen Öffnungen zurückführt, gibt es auch keine Area cervicalis. Bei den übrigen Luftsäcken geschieht die Luftrückfuhr stets über mehrere Saccobronchen.

Im einzelnen liegen die Area abdominalis ventral und die Area thoracalis caud. lateral des gleichnamigen Ostium. Darin stimmen meine Befunde mit denen aller Autoren überein. Das gleiche gilt überwiegend für die Area thoracalis cran., die als lineare Reihe von Öffnungen der Saccobronchi in Pfeifenbronchen etwa in der Mitte zwischen den Ventralästen des 1. und 4.Mediobronchus und damit entfernt vom gleichnamigen Ostium liegt. Nur KING stellt diese Area als mehr geschlossene Gruppe solcher Öffnungen nahe dem Margo costointestinalis dar. Die beiden Areae interclaviculares schließlich sind nur PAYNE bekannt, den auch KING ohne Stellungnahme hierzu zitiert. Eine Area interclavicularis marginalis allein kennen u.a. JUILLET und LOCY/LARSELL, eine Area interclavicularis centralis allein kennt WIEK.

Ostia und Areae zusammen betrachtend, ergeben meine Befunde folgendes Bild, das in dieser Vollständigkeit bisher fehlt. Der Saccus cervicalis besitzt ein Ostium und keine Area. Der Saccus abdominalis und beide Sacci thoracales besitzen je ein Ostium und eine Area. Der Saccus interclavicularis besitzt 2 Ostia und 2 Areae. Dabei ist einem dieser Ostia und dem Ostium thoracale cran. ein gemeinsames Ostium vorgeschaltet.

VII. Zusammenfassung

Die komplizierte Benennung der Hühnerlunge und ihrer Bronchen wurde mit teilweise vergleichend-anatomischer Begründung vereinfacht und durch schematische Abbildungen illustriert. Die anhand eines Rekonstruktionsmodells und zahlreicher Ausgüsse vorgenommene Beschreibung der Bronchen führte außer zur vollständigen Klassifizierung der Bronchen zu einigen neuen Befunden. So wurde eine der beiden bisher bekannten kurzen Anastomosenlinien als um die ganze Lunge reichende Linea serpta erkannt, zwischen die sich zwei Retia serpta schalten. Die andere erwies sich als doppelt vorhandene und etwa gleichlange Linea interfistularia. Den Ostia pulmosaccularia werden Areae saccopulmonales gegenübergestellt.

VIII. Abbildungen

Abb.1: Linker Lungenflügel, Facies medialis. Schema.

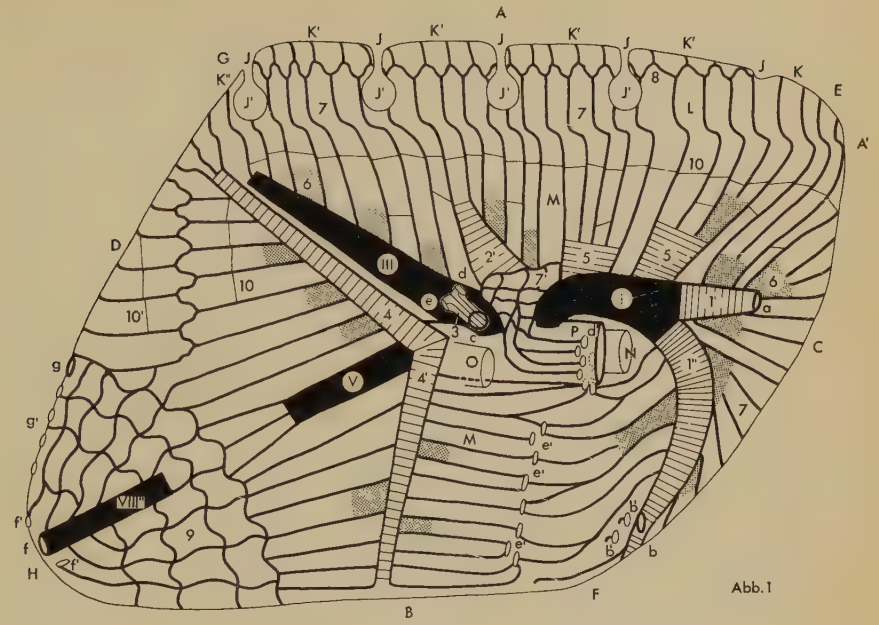
Abb.2: Linker Lungenflügel, Facies medialis.
Ventrale Teile abgetragen. Schema.

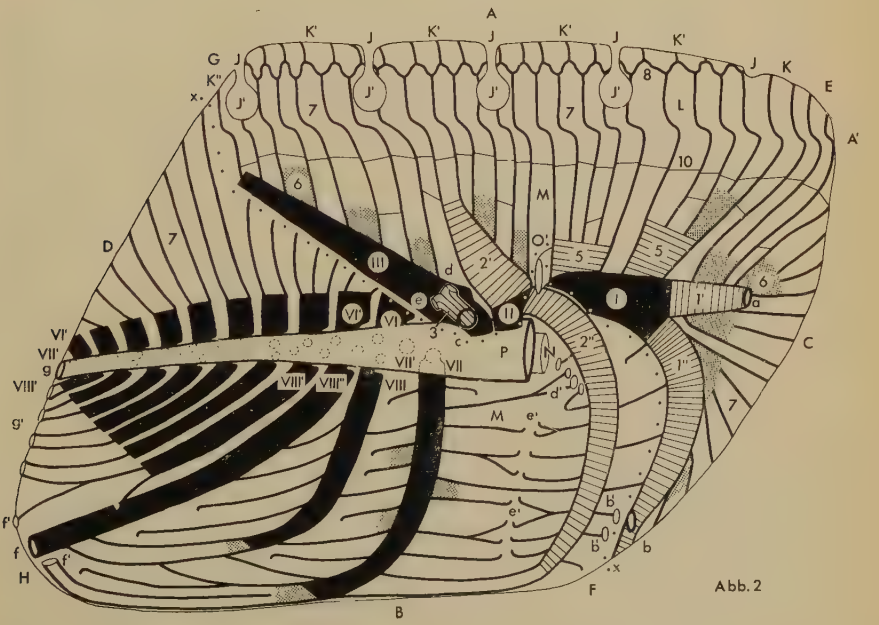
Abb.3: Linker Lungenflügel, Facies costalis. Schema.
Dorsalrand des Rete serptum lat. absichtlich zu weit ventral gezeichnet, um die Ursprünge der dort liegenden Dorsobronchen sichtbar zu machen.

Abb.4: Linker Lungenflügel, Facies medialis.
Rekonstruktionsmodell.

Legende zu Abb.1 - 4

A Margo vertebrocostalis; A' Margo vertebrointestinalis;
B Margo costointestinalis; C Margo cran.; D Margo caud.;
E Angulus craniodors.; F Angulus craniovent.; G Angulus caudodors.;
H Angulus caudovent.; J Sulcus costalis; J' Foramen costale;
K,K" Torus marginalis cran. bzw. caud.; K' Torus intercostalis;
L Pars vertebralis der Facies med.; M Pars intestinalis der Facies med.; N A.pulmonalis; O Caudalast der V.pulmonalis;
O' Cranialast der V.pulmonalis; P Bronchus principalis
a Ostium cervicale
b Ostium interclaviculare marginale
b' Area interclavicularis marginalis
c Ostium thoracointerclaviculare
d Ostium interclaviculare centrale
d' Area interclavicularis centralis
(lateral vom Stammbronchus gelegener Teil in Abb.1 gestrichelt; medial vom Stammbronchus gelegener Teil in Abb.2 abgetragen)
e Ostium thoracale cran.
e' Area thoracalis cran.
f Ostium thoracale caud.
f' medial sichtbarer Teil der Area thoracalis caud.
f" lateral sichtbarer Teil der Area thoracalis caud.
g Ostium abdominale
g' medial sichtbarer Teil der Area abdominalis
g" lateral sichtbarer Teil der Area abdominalis


A
K'
J
K'
J
K'
J
K'
J
K
E
A'
G
K"
J'
J'
J'
J'
7
7
8
L
10
6
M
D
III
d
2'
5
5
6
a
10
10'
4'
3
c
P
d
N
1"
C
g
V
4'
O
7
g'
M
e'
e'
VIII'''
b'
f'
9
e'
b'
f
2'
b
H
F
B
Abb. 1


A
K'
J
K'
J
K'
J
K'
J
K
E
A'
G
K"
x
J'
J'
J'
J'
7
7
8
L
10
6
M
D
7
III
d
2'
O'
5
5
6
a
VI'
VI
e
II
I
3
c
P
N
2"
1"
C
VII'
VII
VII'
VII
g
VIII'
VIII'''
VIII''
VIII
M
e'
7
g'
e'
b'
f'
b'
f
f'
b
H
x
F
B
Abb. 2

x-x	Schnittlinie, durch welche der ventrale Teil der medialen Atmungswege abgetragen wurde
I	Mediobronchus primus
II	Mediobronchus secundus
III	Mediobronchus tertius
V	Mediobronchus quintus
VI	Dorsobronchus primus
VI'-VI'	Dorsobronchi secundus - ultimus bzw. ihre Aufzweigungen
VII	Laterobronchus primus
VII'-VII'	Laterobronchi primus - ultimus
VIII	Ventrobronchus primus
VIII'-VIII'	Ventrobronchi tertius - ultimus
VIII"	Ventrobronchus secundus
1'	Bronchus cervicalis
1"	Bronchus interclavicularis
2	Ramus dorsalis des 2.Mediobronchus
2'	Ramus ventralis des 2.Mediobronchus
3	Bronchus thoracointerclavicularis
4	Ramus caudodorsalis des 4.Mediobronchus
4'	Ramus ventrocaudalis des 4.Mediobronchus
5	Ramus pulmonalis (schraffiert)
6	Truncus fistularius (punktiert)
7	Bronchi fistularii
7'	Pfeifenbroncheninsel
7"	Pfeifenbronchen des 1.Mediobronchus
7"'-7"'	Pfeifenbronchen des 1.Dorsobronchus
7^{IV}-7^{IV}	Pfeifenbronchen des 1.Laterobronchus
7^{V}	retefreies Feld
8	Linea serpta
9	Rete serptum med.
9'	Rete serptum lat.
10	Linea interfistularia med.
10'	Linea interfistularia lat.

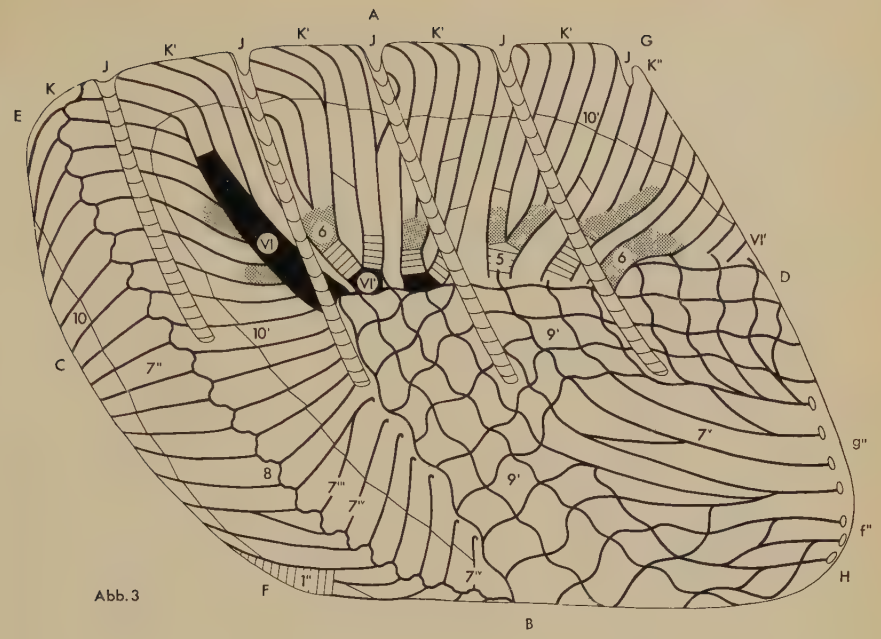

A
K
J
K'
J
K'
J
K'
J
K'
J
G
K"
E
10'
VI
6
VI'
5
6
VI'
D
10'
10'
9'
C
7"
7'
g"
8
7'''
7''
9'
f"
7''
1"
F
H
B

Abb. 3

10
10
III
II
I
a
4
c
p
I'
g
4'
g'
e
b
f'
p
f'
b

Abb. 4

IX. Literaturverzeichnis

1. AKESTER,A.R.: The comparative anatomy of the respiratory pathways in the Domestic Fowl (Gallus domesticus), Pigeon (Columba livia) and Domestic Duck (Anas platyrhyncha). J. Anat. 94, 487-505 (1960)
2. BAER,M.von: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei den Vögeln. Z. Wiss. Zool. 61, 420-498 (1896)
3. DUNCKER,H.-R.: Der Lungenbau der Vögel und ihre Luftsäcke. Verh. Anat. Ges., Marburg 1967, 597-598
4. DUNCKER,H.-R.: Der Bronchialbaum der Vogellunge. Verh. Anat. Ges., Marburg 1967, 282-292
5. DUNCKER,H.-R.: Bautypen der Parabronchien der Vogellunge. Verh. Anat. Ges., Leipzig 1968, 297-302
6. ELLENBERGER,W. u. H.BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 17.Aufl. Springer, Berlin (1932)
7. HAZELHOFF,E.H.: Structure and Function of the Lung of Birds. Poultry Sci. 30, 3-10 (1951)
8. JUILLET,A.: Recherches Anatomiques, Embryologiques, Histologiques et Comparatives sur le Poumon des Oiseaux. Arch. Zool. Exp. 9, 207-371 (1912)
9. KING,A.S.: Structural and Functional Aspects of the Avian Lungs and Air Sacs. General Exp. Zool. 2, 171-267 (1966)
10. LOCY,W.A. and O.LARSELL: The Embryology of the Bird's Lung. Am. J. Anat. 19, 447-504 (1916)
11. MARSHALL,W.: Der Bau der Vögel. Weber, Leipzig 1895
12. McLEOD,W.M., D.M.TROTTER and J.W.LUMB: Avian Anatomy. Burgess Publishing Company 1964
13. McLEOD and R.P.WAGERS: The Respiratory System of the Chicken. J. Am. Vet. Ass. 95, 59-70 (1939)
14. PAYNE,D.C. and A.S.KING: Is there a vestibule in the lung of Gallus domesticus? J. Anat. 93, 577 (1959)
15. PAYNE,D.C. and A.S.KING: The lung of gallus domesticus: secondary bronchi. J. Anat. 94, 292-293 (1960)
16. SALT,G.W. and E.ZEUTHEN: The Respiratory System. In MARSHALL,A.J.; Biology and Comparative Physiology of Birds. Academic Press New York and London 1960

17. VICTOROW,C.: Die kühlende Wirkung der Luftsäcke bei Vögeln. Pflügers Arch. Ges. Physiol. 126, 300-322 (1909)
18. WACHSMUTH,U.: Längenveränderungen der Uterindrüsen des Rindes aufgrund graphischer Rekonstruktionen. Vet. Med. Diss. FU Berlin 1967
19. WIEK,C.: Ein Beitrag zur Morphologie des Luftsackes von Gallus domesticus unter Verwendung der Injektionsmittel Plastoid, Latex und Latex-PHE. Vet. Med. Diss. Gießen 1963

Nach Beendigung meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. F.PREUSS sehr herzlich für die Überlassung des Themas und für seine freundliche Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit danken.

Ferner gilt mein Dank auch besonders dem wiss.Ass. Herrn Dr. K.DONAT, dem med.wiss.Zeichner Herrn W.FRICKE, Frau R.HAASE und Frau H.KRÜGER sowie allen Angehörigen des Instituts für Veterinäranatomie für ihre großzügige Hilfe.

Lebenslauf

Am 23.11.1942 wurde ich als Tochter des Geologen Dr. Hans-Wilhelm Quitzow und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Schätzel, in Berlin geboren.

Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule in Berlin und Krefeld, anschließend bis zum Abitur 1962 die Freie Waldorfschule Krefeld.

Meine Immatrikulation erfolgte im Wintersemester 1962/63 an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin; im Sommer 1964 bestand ich die tierärztliche Vorprüfung. Nach dem ersten klinischen Semester setzte ich mein Studium an der Ludwig-Maximilian-Universität in München fort, an der ich im Sommer 1967 das Staatsexamen ablegte. Nachdem ich eineinhalb Jahre am Institut für Veterinäranatomie, Abt. Anatomie, als Doktorandin tätig war, arbeitete ich als Veterinärpraktikantin an der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere der Freien Universität Berlin und am Vieh- und Schlachthof Berlin-Spandau.

Druck: Dissertationsdruckstelle, 1 Berlin 33